

## IC engine light metal piston

**Publication number:** DE4441450

**Publication date:** 1996-05-23

**Inventor:** OTTLICZKY EMMERICH (DE)

**Applicant:** KOLBENSCHMIDT AG (DE)

**Classification:**

- International: *F02F3/00; F16J1/16; F02F3/00; F16J1/10; (IPC1-7):*  
F02F3/00; F16J1/16

- European: F02F3/00; F16J1/16

**Application number:** DE19944441450 19941122

**Priority number(s):** DE19944441450 19941122

**Report a data error here**

### Abstract of DE4441450

In the piston hubs (2) are formed shaped bores (7) whose casing surface is cylindrical in the inner hub section (9), but in the outer hub section it is frusto-conical, or hyperboloid-shaped with round or oval cross-section. The larger axis (10) of the oval shape (11) extends in a plane orthogonal to the piston axis, enclosing the bore axis (13). The piston is cast from an Al alloy and the hubs are integrated into the piston shaft and are fitted with a block support for the piston crown exposed to high ignition pressure stress.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ ⑯ DE 44 41 450 A 1

⑮ Int. Cl. 6:  
F 02 F 3/00  
F 16 J 1/16

DE 44 41 450 A 1

⑯ ⑯ Aktenzeichen: P 44 41 450.1  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 22. 11. 94  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 23. 5. 96

⑯ ⑯ Anmelder:  
Kolbenschmidt AG, 74172 Neckarsulm, DE

⑯ ⑯ Vertreter:  
Dreiss, Fuhlendorf & Steimle, 70188 Stuttgart

⑯ ⑯ Erfinder:  
Ottliczky, Emmerich, 74670 Ernsbach, DE

⑯ ⑯ Leichtmetallkolben für Brennkraftmaschinen

⑯ ⑯ Bei einem Leichtmetallkolben mit in den Naben angebrachter Formbohrung ist zum Zwecke der Verbesserung der Nabenißfestigkeit die Mantelfläche der Nabenoehrungen im äußeren Nabenschnitt kegelstumpf- oder hyperboloidförmig mit rundem oder ovalem Querschnitt ausgebildet.

DE 44 41 450 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Leichtmetallkolben für Brennkraftmaschinen mit in den Naben angebrachter Formbohrung.

Die bei einem Kolben für Brennkraftmaschinen über beide Naben auf den Kolbenbolzen eingeleitete Bolzenlagerkraft ist die Resultierende aus Gaskraft, Seitenkraft und der Massenkraft des Kolbens einschließlich der Kolbenringe und tritt unter Einwirkung des Zünddrucks im oberen Scheitelbereich der Naben auf. Beim Anlagewechsel hat der Kolbenbolzen den Widerstand des zu verdrängenden Schmierölfilms im Spalt zwischen Kolbenbolzen und Nabe zu überwinden. Die dabei auftretenden Spitzenwerte der Flächenpressung sind maßgeblich sowohl für die Belastung des Schmierfilms als auch für die Beanspruchung des Kolbenwerkstoffs; sie wird durch mehrere Faktoren beeinflußt. In Grundzügen entspricht sie der Schmierfilmdruckverteilung eines auf Verdrängung belasteten Gleitlagers. Infolge der elastischen Verformung von Kolben und Kolbenbolzen, insbesondere der Kolbenbolzendurchbiegung, ist das im Idealfall in der Nabenmitte liegende Druckmaximum unter Erhöhung des Spitzenwertes zur Nabenninnenseite hin verlagert. Bei extremen Verformungen besonders im Zusammenwirken mit Schmierölmangel in der Nabe kann es zur Kantenpressung mit metallischer Berührung mit hoher Verschleiß- und Ermüdungsbeanspruchung kommen. Auf die Druckverteilung im Nabenumfang wirken sich vor allem das Spiel zwischen Kolbenbolzen und Naben und die Ovalverformung des Kolbenbolzens aus.

Die Druckverteilung in den Bohrungen der Naben erzeugt Zugspannungen in Umfangsrichtung der Naben. Die Beanspruchung der Naben ist dabei durch einen mehrachsigen Spannungszustand mit hohen Spannungsgradienten gekennzeichnet. Bei Überschreiten der Dauerfestigkeit kommt es am Ort des Druckmaximums im hauptbelasteten oberen Scheitel der Naben zu Ermüdungsanrisse, die bei weiterem Rißfortschritt den Kolben spalten (Nabenspaltbruch). Die Abstützung der Naben, d. h. die Zone zwischen oberem Scheitel der Naben und dem Kolbenboden ist durch hohe Druckspannungen in Richtung der Kraftübertragung beansprucht. Die Spannungsverteilung der Nabenumfang ist umso günstiger je größer der Abstand zwischen der Bohrung in den Naben und dem Kolbenboden ist, der als Dehnänge bezeichnet wird. Umgekehrt führt eine geringe Dehnänge zu hohen Spannungskonzentrationen und zu entsprechend geringerer Belastbarkeit der Naben. Die Belastung des unteren Scheitels der Naben durch Massenkraft ist zwar wesentlich geringer als die Belastung des oberen Scheitels der Naben durch Gaskraft, trotzdem können auch hier kritische Spannungen auftreten, die bei der Auslegung der Naben zu berücksichtigen sind.

Eine wesentliche Verringerung der Zugspannungen in Umfangsrichtung der Naben und somit eine erhöhte Sicherheit gegen Ermüdungsanrisse im oberen Nabenscheitel sowie gleichzeitig eine Verbesserung der Schmierung zwischen dem Kolbenbolzen und den Naben wird durch sichelartige im Seitenbereich der Bohrungen in den Naben, die sich über die ganze Bohrlängen erstrecken können oder auf den inneren Nabenumfang begrenzt sind, erreicht.

Der übliche Winkelbereich liegt zwischen 80 und 110° (GB-A-851 322). Bekannt sind auch Kolben, bei denen die Bohrungen in den Naben im Bereich des inneren

Nabenabschnitts konisch oder trompetenförmig mit rundem oder leicht ovalem Querschnitt aufgeweitet sind, wodurch die Spitzenwerte der Schmierfilmdruckverteilung abgebaut und durch gleichmäßige Lastverteilung bei maximaler Bolzenlagerkraft die Lagerflächen besser ausgenutzt werden (Technisches Handbuch der Kolbenschmidt AG, Heft 3, Seite 31, Neckarsulm 1988). In der DE-A-16 50 206 sind die Bohrungen in den Naben über ihre ganze Länge oval ausgebildet, wobei die große Achse der Ovalform quer zur Längsachse des Kolben verläuft. Diese Maßnahme kann gemäß der DE-B-21 52 462 mit einer gekrümmten Mantellinie der Bohrungen in den Naben und einer leichten Krümmung der Achse der Bohrungen in den Naben zur Kolbenmitte hin kombiniert sein. Die EP-B-0 065 642 befaßt sich mit Bohrungen in den Naben mit mindestens einer im Scheitelbereich in Richtung der Bolzenachse verlaufenden Ausnehmung in einem umfangmäßig in einem Winkel von maximal 30° beidseitig des Nabenscheitels liegenden Bereich, wobei die gesamte Breite der Ausnehmung 1 bis 10% des Durchmessers der Nabenumfangsbohrungen beträgt und die Ausnehmung über die gesamte Länge der Nabenumfang gleichbleibende Tiefe und Breite besitzt. Durch diese Maßnahme soll die Schmierung zwischen Kolbenbolzen und den Lagerflächen der Naben verbessert werden.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den Bohrungen in den Naben eines Leichtmetallkolbens eine solche Gestalt zu geben, daß der über den Kolbenböden eingeleitete Kraftfluß umgelenkt und damit eine Reduzierung der Spannungen am Nabenumfang insbesondere im Bereich des oberen Scheitels der Naben erreicht und damit die Gefahr der Spaltrißbildung deutlich gesenkt wird. Ferner sollen die am Kolbenboden auftretenden Spannungen herabgesetzt werden.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß die Mantelfläche der Bohrungen in den Naben im inneren Nabenumfang die Form eines Kreiszylinders und im äußeren Nabenumfang die Form eines Kegelstumpfs oder Hyperboloids mit rundem oder leicht ovalem Querschnitt aufweist, wobei die größere Achse der Ovalform in der die Achse der Bohrungen in den Naben einschließenden horizontalen Ebene verläuft.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Formgebung der Bohrungen in den Naben besitzen diese sowohl in ihrem äußeren als auch in ihrem inneren Abschnitt die Form eines Kegelstumpfs oder Hyperboloids mit rundem oder leicht ovalem Querschnitt, wobei die größere Achse der Ovalform des äußeren Abschnitts in der die Achse der Bohrungen in den Naben einschließenden horizontalen Ebene liegt und die größere Achse der Ovalform des inneren Abschnitts in der die Achse der Bohrungen in den Naben und die Kolbenachse einschließenden Ebene verläuft und die Ovalformen stetig verlaufend ineinander übergehen.

Es besteht die Möglichkeit, den Übergangsbereich zwischen dem äußeren und dem inneren Abschnitt der Bohrungen in den Naben kreiszylinderförmig auszubilden.

Die Länge der aufgeweiteten Abschnitte der Bohrungen in den Naben beträgt 10 bis 90%, vorzugsweise 30 bis 60%.

Die Länge des kreiszylinderförmigen, zwischen dem äußeren und dem inneren aufgeweiteten Abschnitt der Bohrungen in den Naben liegenden Abschnitts beträgt 3 bis 40% der Auflagelänge des Kolbenbodens.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen näher und beispielhaft erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Leichtmetallkolben in der die Kolbenachse und die Achse der Bohrungen in den Naben einschließenden Ebene,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des Details X der Fig. 1,

Fig. 3 einen Längsschnitt entlang der Schnittlinie A-A der Fig. 2,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Leichtmetallkolben entlang der die Kolbenachse und die Achse der Bohrungen in den Naben einschließenden Ebene,

Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung des Details Y der Fig. 4,

Fig. 6 einen Längsschnitt entlang der Schnittlinie B-B der Fig. 6 und

Fig. 7 einen Schnitt entlang der Schnittlinie C-C der Fig. 5.

Gemäß Fig. 1 bis Fig. 3 sind bei einem aus einer Aluminiumkolbenlegierung gegossenen Kolben (1) die Naben (2) in den Kolbenschaft (3) integriert. Zur kraftflußgerechten Abstützung des Kolbenbodens (4) ist wegen der hohen Zünddruckbelastung bei kleiner Dehnänge eine Blockabstützung (5) für die Naben (2) vorgesehen. Der äußere Abschnitt (6) der Bohrungen (7) der Naben (2) ist kegelstumpfförmig mit ovalem Querschnitt aufgeweitet, wobei die Länge dieser Aufweitung 45% der Auflagelänge (8) des Kolbenbolzens beträgt. Der innere Abschnitt (9) der Bohrungen (7) der Naben (2) besitzt eine kreiszylindrische Form und seine Länge nimmt 55% der Auflagelänge (8) des Kolbenbolzens ein. Die größere Achse (10) der Ovalform (11) verläuft in der senkrecht auf der Kolbenachse (12) stehenden und die Achse (13) der Bohrungen in den Naben (2) einschließenden Ebene.

Der in Fig. 4 bis Fig. 7 dargestellte, aus einer Aluminiumkolbenlegierung gegossene Kolben (14) besitzt in den Kolbenschaft (15) integrierte Naben (16). Der Kolbenboden (17) stützt sich bei kleiner Dehnänge auf der Blockabstützung (18) der Naben (16) ab. Die Bohrungen (19) der Naben (16) sind sowohl in ihrem äußeren als auch in ihrem inneren Abschnitt (20, 21) kegelstumpfförmig mit ovalem Querschnitt aufgeweitet, wobei sich die Aufweitungen jeweils über eine Länge von 40% der Auflagelänge (22) des Kolbenbolzens erstrecken. Zwischen den beiden Abschnitten (20, 21) befindet sich ein Übergangsbereich (23) mit kreiszylindrischer Form und einer Länge, die 10% der Auflagelänge (22) des Kolbenbolzens entspricht. Die größere Achse (24) der Ovalform (25) des äußeren Abschnitts (20) der Bohrungen (19) in den Naben (16) verläuft in der senkrecht zur Kolbenachse (26) liegenden, die Achse (27) der Bohrungen (19) in den Naben (16) einschließenden Ebene. Bei der Ovalform (28) des inneren Abschnitts (21) der Bohrungen (19) in den Naben (16) erstreckt sich die große Achse (29) in der die Kolbenachse (26) und die Achse (27) der Bohrungen (19) in den Naben (16) einschließenden Ebene.

Bei unter den Anspruch 1 fallenden Ausführungsformen eines Leichtmetallkolbens ist gegenüber einem Leichtmetallkolben mit kegelstumpf- oder trompetenförmiger Aufweitung des inneren Abschnitts der Bohrungen in den Naben oder mit im Querschnitt durchgehend ovalen Bohrungen in den Naben eine deutliche Abnahme der am Rand der Brennraummulde sowohl in Richtung der Achse der Bohrungen in den Naben als auch in Richtung senkrecht dazu auftretenden Spannungen und eine leichte Erhöhung der Nabenißfestigkeit zu beobachten.

Ein Leichtmetallkolben, der gemäß den Ansprüchen 2

und 3 gestaltet ist, zeigt verglichen mit Leichtmetallkolben mit kegelstumpf- oder trompetenförmiger Aufweitung des inneren Abschnitts der Bohrungen in den Naben oder mit im Querschnitt durchgehend ovalen Bohrungen in den Naben eine beachtliche Steigerung der Nabenißfestigkeit.

Durch die ovale Ausbildung der Bohrungen in den Naben ergeben sich Öltaschen zwischen den Naben und dem Kolbenbolzen, die die Gleitreibung merklich herabsetzen.

#### Patentansprüche

1. Leichtmetallkolben (1) für Brennkraftmaschinen mit in den Naben (2) angebrachten Formbohrungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche der Bohrungen (7) in den Naben (6) im inneren Nabenschnitt (9) die Form eines Kreiszylinders und im äußeren Nabenschnitt (6) die Form eines Kegelstumpfs oder Hyperboloids mit rundem oder ovalem Querschnitt aufweist, wobei die größere Achse (10) der Ovalform (11) in der senkrecht zur Kolbenachse verlaufenden und die Achse (13) der Bohrungen (7) in den Naben (6) einschließenden Ebene verläuft.

2. Leichtmetallkolben (14) für Brennkraftmaschinen mit in den Naben (16) angebrachten Formbohrungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche der Bohrungen (19) in den Naben (16) im inneren und im äußeren Nabenschnitt (20, 21) die Form eines Kegelstumpfs oder Hyperboloids mit rundem oder ovalem Querschnitt aufweist und die größere Achse (24) der Ovalform (25) des äußeren Nabenschnitts (20) in der senkrecht zur Kolbenachse (26) verlaufenden und die Achse (27) der Bohrungen (19) in den Naben (16) einschließenden Ebene liegt und die größere Achse (29) der Ovalform (28) des inneren Abschnitts (21) in der die Achse der Bohrungen (19) in den Naben (16) und die Kolbenachse (26) einschließende Ebene verläuft und die Ovalformen (25, 28) stetig verlaufend ineinander übergehen.

3. Leichtmetallkolben (14) für Brennkraftmaschinen mit in den Naben (16) angebrachten Formbohrungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche der Bohrungen (19) in den Naben (16) im inneren und im äußeren Nabenschnitt (20, 21) die Form eines Kegelstumpfs oder Hyperboloids mit rundem oder ovalem Querschnitt aufweist, im Übergangsbereich (23) zwischen den beiden Abschnitten (20, 21) die Bohrungen (19) in den Naben (16) Kreiszylinderform besitzen, die größere Achse (24) der Ovalform (25) des äußeren Nabenschnitts (20) in der senkrecht zur Kolbenachse (26) verlaufenden und die Achse (27) der Bohrungen (19) in den Naben (16) einschließenden Ebene liegt und die größere Achse (29) der Ovalform (28) des inneren Abschnitts (21) in der die Achse der Bohrungen (19) in den Naben (16) und die Kolbenachse (26) einschließende Ebene verläuft.

4. Leichtmetallkolben (1, 14) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des inneren bzw. äußeren kegelstumpf- bzw. hyperboloidförmig aufgeweiteten Nabenschnitts (6, 20, 21) 10 bis 90%, vorzugsweise 30 bis 70%, der Auflagelänge (8, 22) des Kolbenbolzens beträgt.

5. Leichtmetallkolben nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der eine kreiszylinderförmige

Form aufweisende Übergangsbereich (23) eine Länge von 3 bis 40% der Auflagelänge (22) des Kolbenbolzens besitzt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

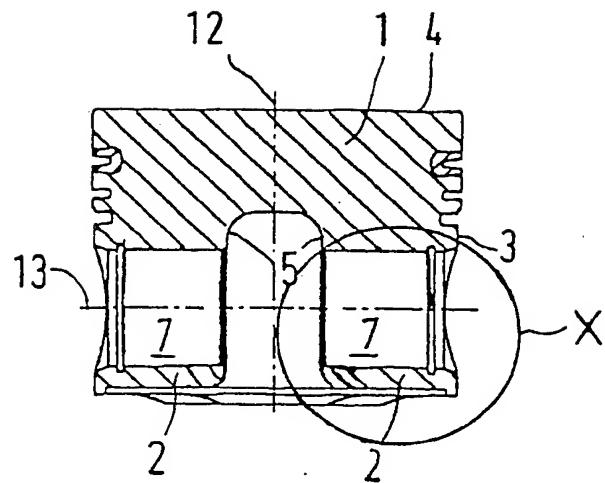


FIG. 1

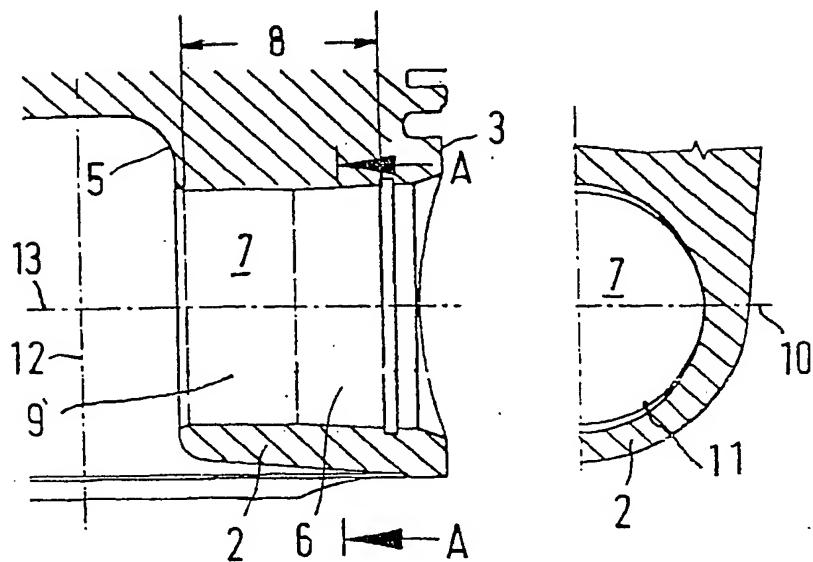


FIG. 2

FIG. 3

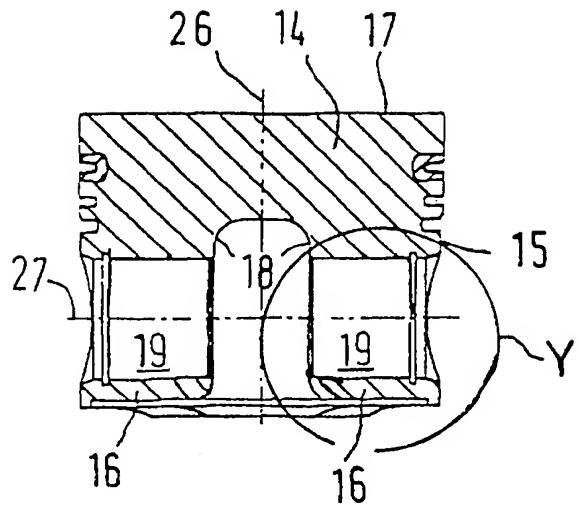


FIG. 4

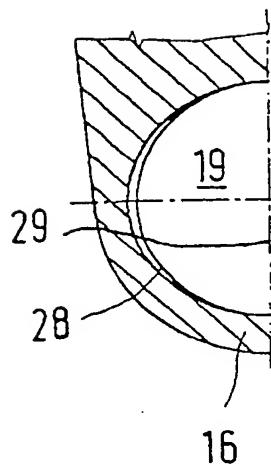


FIG. 6

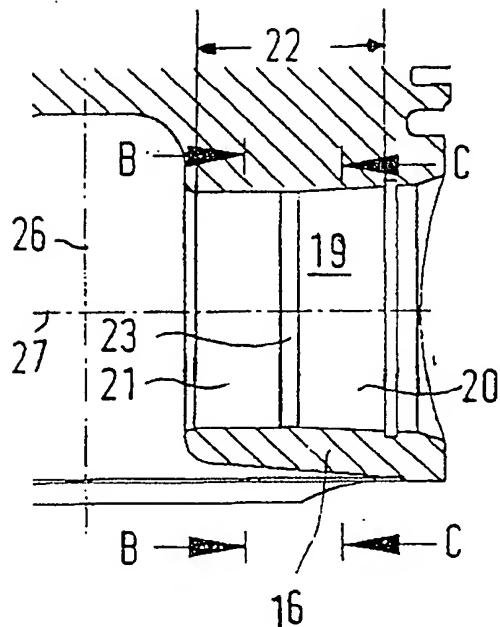


FIG. 5

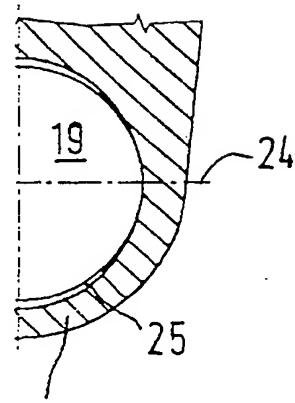


FIG. 7